

普通高校“十一五”规划教材

Electron technology

电子技术 课程设计与综合实训

陈光明 施金鸿 桂金莲 编著



北京航空航天大学出版社

普通高校“十一五”规划教材

电子技术课程设计与 综合实训

陈光明 施金鸿 桂金莲 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是为普通大专院校、高等职业技术学院编写的综合实训教材。

全书共分8章,内容包括常用电子元器件的识别与选用、课程设计、课程设计题目选编、实用电子线路的制作、印制电路板的设计与制作、安装和焊接工艺、电子设备的维修和附录等。

书中所选设计、制作、工艺和维修等电路实例,既符合教学大纲要求,又贴近工程实际;既加强基本技能的训练,又突出综合技能的提高。初稿已在校内使用3年,受到学生的广泛好评。这次编写删去了一些较陈旧的内容,增加了一些较新颖的实例和技术,以利学生跟上科学技术发展的步伐。

本书可作为普通高校电子、电气、工业自动化、信息、机电一体化、计算机及应用等相关专业本科学生的电子技术综合实训教材;也适用于普通专科学校、高等职业技术学院、电视大学、业余大学等院校相关专业作实习教材,还可供中等专业学校、技工学校的师生、从事电子工程的技术人员及电子技术爱好者进行自我训练和参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术课程设计与综合实训/陈光明,施金鸿,桂金莲编著.

—北京:北京航空航天大学出版社,2007.5

ISBN 978-7-81124-020-7

I. 电… II. ①陈…②施…③桂… III. 电子技术—高等学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 035496 号

电子技术课程设计与综合实训

陈光明 施金鸿 桂金莲 编著

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpresse@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:21.75 字数:487千字

2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷 印数:5 000册

ISBN 978-7-81124-020-7 定价:28.00元

前 言

电子技术是高等工科院校理论联系实践的技术基础课程。学生学完“模拟电子技术”和“数字电子技术”课程和做过电子技术实验,虽已基本掌握电气、电子单元电路的组成、工作原理、理论分析方法和实验方法,但对整台电气和电子设备,即整机电路的设计、制作还不熟悉,对整机的测量与调试方法、安装与焊接工艺,以及故障分析和设备维修技巧等实用技能还比较缺乏。因此,应对学生进行一定的电子技术综合实训,以培养学生迅速适应微电子技术、计算机技术等科学技术飞速发展的工程实际需要。本书便是为自动化、测控、机电、电子工程及其相关专业的学生编写的电子技术综合实训教材。

全书包括6个方面的训练内容:(1)常用电子之器件的识别与选用方法(第1章);(2)课程设计及课程设计课题(第2章和第3章);(3)电子电路的制作与调试方法(第4章);(4)电路板的制作(第5章);(5)电子设备的安装与焊接(第6章);(6)电子与电气设备的维修技术(第7章)。最后第8章为附录,收集了常用敏感元件的基本信息和第1、2两届全国大学生电子设计竞赛题。

本书的基本指导思想是,贴近电子技术生产实际,让学生自己动手设计、安装、焊接、调试和维修一些电气与电子设备,培养学生实实在在的既能动脑又能动手的操作技能,为适应社会对大专院校工科毕业生的要求打下较坚实的基础。

全书由陈光明任总策划和统稿工作。其中第1章和附录由桂金莲编写,第2~第5章由陈光明编写,第6章和第7章由施金鸿编写。

本书在编写过程中参考和吸收了兄弟院校教材的有关内容;得到了广东技术师范学院教务处梁荣新教授、自动化系杨宁教授、孙炳达教授、郑巍副教授、祁伟副教授、张绪红博士、杨加福老师、汪蔚老师、彭金城老师、向丹老师和董湘君老师的支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中的疏漏和错误之处,恳请读者和专家给予批评指正。

编 者

2007年1月

于广东技术师范学院

目 录

第1章 常用电子元器件的识别与选用	1
1.1 电 阻 器	1
1.1.1 电阻器和电位器的型号命名方法	1
1.1.2 电阻器的主要参数	5
1.1.3 电阻器的选用常识	8
1.1.4 电位器	8
1.2 电 容 器	11
1.2.1 电容器的型号命名方法	12
1.2.2 电容器的主要参数	14
1.2.3 常用电容器简介	14
1.2.4 电容器的选择常识	16
1.3 电 感 器	17
1.3.1 电感器的型号命名方法	18
1.3.2 变压器的型号命名方法	19
1.4 半导体分立元件	21
1.4.1 半导体二极管	21
1.4.2 半导体三极管	25
1.4.3 晶闸管与单结晶体管	29
1.5 半导体集成电路	35
1.5.1 半导体集成电路的分类及型号命名方法	36
1.5.2 集成电路的识别方法	37
1.5.3 集成电路的质量判别	38
1.5.4 典型集成运放的测试	39
1.5.5 集成运放的选用原则	39
1.5.6 集成运放使用注意事项	40
1.5.7 集成稳压电源	41
1.6 开关和连接器(接插件)	43
1.6.1 常用开关器件	43

1.6.2	常用连接器(接插件).....	44
1.6.3	连接器(接插件)的使用注意事项.....	46
1.7	电声器件及磁头.....	47
1.7.1	电声器件.....	47
1.7.2	磁头.....	49
1.7.3	电声器件和磁头的测试与判断.....	51
第2章	课程设计	54
2.1	课程设计的基本方法和步骤.....	54
2.2	电子电路的设计方法.....	57
2.2.1	模拟电路设计的基本方法.....	57
2.2.2	数字电路设计的基本方法.....	57
2.3	课程设计举例.....	58
2.3.1	函数发生器的设计.....	58
2.3.2	8路智力竞赛抢答器的设计.....	65
2.3.3	臭氧消毒柜的电路设计.....	71
2.3.4	数控直流稳压电源的设计.....	75
2.3.5	投币电话控制器.....	82
2.3.6	可编程时钟控制器.....	84
2.3.7	简易智能电动车设计.....	94
第3章	课程设计题目选编	115
3.1	出租汽车里程计价表.....	115
3.2	音乐彩灯控制器.....	117
3.3	集成运算放大器简易测试仪.....	118
3.4	电子配料秤.....	119
3.5	脉冲调宽型伺服放大器.....	121
3.6	医院住院病人“呼唤”器.....	122
3.7	金属探测器.....	125
3.8	红外线数字转速表.....	128
3.9	交通灯控制器的设计.....	133
3.10	步进电动机控制器的设计.....	136
3.11	逻辑信号电平测试器的设计.....	138
3.12	数字编码无线遥控器的设计.....	140

3.13 电压/频率变换器	144
3.14 自动往返小汽车	146
3.15 数字显示电阻测量仪设计	151
3.16 简易数字相位计设计	151
3.17 逻辑电路控制的公共汽车语音报站器设计	152
3.18 家用风扇控制器设计	152
3.19 简易程序控制器设计	152
3.20 简易电子琴设计	153
3.21 心率数字计设计	153
3.22 视频信号切换器设计	154
3.23 电子活动靶红外线光电打靶游戏器设计	154
3.24 电子调光控制器设计	155
3.25 数字存储示波器	155
3.26 音乐教室控制台设计	155
3.27 数显脉搏测试电路的设计	156
3.28 电子密码锁的设计	156
3.29 自动电梯控制系统的设计	156
3.30 电表 IC 卡管理装置的设计	157
3.31 水温控制系统	157
3.32 调频接收机的设计	157
第 4 章 实用电路的制作、装配与调试	159
4.1 多功能钟控语音提醒器	159
4.1.1 工作原理	159
4.1.2 元器件选择	160
4.1.3 制作与使用	161
4.2 太阳能热水器水位控制器	162
4.2.1 工作原理	162
4.2.2 元器件选择	163
4.2.3 制作与使用	164
4.3 会说话的汽车电子油量表	165
4.3.1 工作原理	165
4.3.2 元器件选择	166
4.3.3 制作与使用	166

4.4 汽车无线电遥控防盗系统	167
4.4.1 工作原理	168
4.4.2 元器件选择	170
4.4.3 制作与使用	173
4.5 万用表的装配与调试	174
4.5.1 万用表的基本结构	175
4.5.2 万用表的主要技术指标	176
4.5.3 万用表的装配工艺过程	177
4.5.4 万用表的校验	180
4.6 音频功率放大器的装配和调试	181
4.6.1 目的	181
4.6.2 主要内容和基本要求	183
4.6.3 音频功率放大器的工作原理	183
4.6.4 元器件的认识与选择要求	186
4.6.5 装配与调试	188
4.6.6 整机测试	191
4.7 扩音机电路的设计与装配	194
4.7.1 设计任务和要求	194
4.7.2 电路基本原理	194
4.7.3 设计过程指导	195
4.8 超外差式晶体管收音机的装配与调试	203
4.8.1 收音机原理简介	203
4.8.2 各部分电路的工作原理	204
4.8.3 收音机的主要性能指标	208
4.8.4 收音机装配的注意事项	208
4.8.5 收音机的调试	210
第5章 印制电路板的设计与制作	213
5.1 印制电路板的设计基础	213
5.1.1 元器件的跨距	213
5.1.2 元器件的间距	215
5.1.3 印制导线的要求	217
5.2 印制电路板布设草图的设计	218
5.2.1 印制电路板的布局规则	219

5.2.2 元器件在印制电路板内的布局	219
5.2.3 单线不交叉图的绘制	219
5.3 印制电路板工作图的绘制	220
5.3.1 电路板导电图的绘制	220
5.3.2 黑白稿应提供的技术数据	221
5.3.3 其他技术要求	222
5.3.4 助焊图的绘制	222
5.3.5 印制电路板装配图的绘制	223
5.3.6 字符图的绘制	224
5.3.7 印制电路板混合图的绘制	224
5.4 印制电路板的制作	224
5.4.1 手工制作印制电路板	224
5.4.2 工厂生产印制电路板的工艺流程简介	225
5.5 单面印制电路板的手工制作训练	226
5.5.1 单面印制电路板的简单工艺过程	226
5.5.2 技能训练	228
第6章 安装和焊接工艺	229
6.1 元器件的检验、老化与筛选	229
6.1.1 元器件的检验	229
6.1.2 元器件的老化和筛选	230
6.2 元器件的加工成形	230
6.2.1 元器件引脚的成形	230
6.2.2 元器件引脚及导线端头焊接前的加工	232
6.2.3 连接线的安装	233
6.2.4 导线、线扎、电缆的安装注意事项	236
6.3 元器件的安装	237
6.3.1 安装工艺要求	237
6.3.2 安装方式	237
6.3.3 元器件的安装	238
6.3.4 半成品的检测、调试与测试针床	245
6.3.5 印制电路板的焊前检查	245
6.3.6 印制导线的修复	245
6.3.7 元器件插装后引脚的处理	246

6.3.8 安装工艺中的紧固和连接	247
6.4 元器件的锡焊	250
6.4.1 焊接的物理过程	250
6.4.2 焊接工具	252
6.4.3 焊料、焊剂与元器件的可焊性	256
6.4.4 锡焊的操作方法	260
6.4.5 锡焊的质量检验	263
6.4.6 特殊元器件的焊接	264
第7章 电子设备的维修	266
7.1 电子设备维修的一般方法	266
7.1.1 故障的产生	266
7.1.2 故障的诊断	267
7.1.3 故障诊断的方法	268
7.1.4 维修工作的基本要求	274
7.2 故障的排除	275
7.2.1 故障排除的准备工作	275
7.2.2 故障排除的程序	275
7.2.3 故障排除的方法	276
7.2.4 性能复测和参数复调	277
7.2.5 安全注意事项	277
7.3 电子设备维修实例	278
7.3.1 万用表常见故障的分析及其排除方法	278
7.3.2 一线通的故障分析及排除方法	279
7.3.3 七管一波段调幅收音机的检修	285
7.3.4 长虹彩电的故障检修	302
7.3.5 诺基亚 6150 型手机的常见故障分析与检修	305
第8章 附录	311
8.1 常用敏感元件	311
8.1.1 压力敏感元器件	311
8.1.2 温度敏感元器件	312
8.1.3 光敏器件	314
8.1.4 磁敏器件	316

8.1.5 光电耦合器	317
8.2 第五届(2001年)全国大学生电子设计竞赛题目	318
8.3 第六届(2003年)全国大学生电子设计竞赛题目	325
参考文献.....	334

第 1 章 常用电子元器件的识别与选用

现代科学技术工程实践中需要大批技能型和复合型人才。普通工科院校和职业技术类院校的自动化、电子、电气、测控、机电及其相关专业的学生,走上工程技术工作岗位,进行产品设计、制造、使用、维护、管理、检验及销售等,常常会碰到各种各样的电气、电子和机电产品。这些产品虽然各种各样,繁简不一,但都是由一些基本的电子元器件所组成。这些元器件是电阻器、电容器、电感器、变压器、扬声器、二极管、三极管、晶闸管、IC 芯片、开关、连接器和传感器等。因此,学会识别和正确选用这些元器件就显得很有必要。

1.1 电阻器

电阻器是人们专门生产的具有一定阻值、一定几何形状、一定技术性能的在电路中起电阻作用的元件。普通电阻器一般可用作限流和分流、降压和分压、负载和匹配等。

1.1.1 电阻器和电位器的型号命名方法

1. 常用电阻器和电位器的型号及其含义

根据国家标准 GB 2470—81 的规定,国内电阻器和电位器的型号一般由四部分组成,如图 1-1 所示;各部分有其确切的含义,如表 1-1 所列。

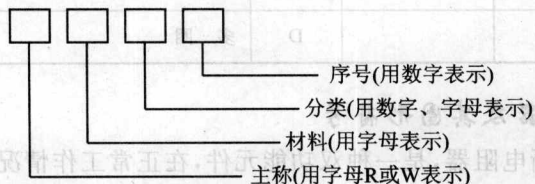


图 1-1 电阻器的型号命名方法

2. 常用电阻器和电位器的外形及图形符号

图 1-2 所示是常用电阻器和电位器的外形及图形符号。

3. 敏感电阻器的型号及含义

表 1-2 是敏感电阻器的型号及含义。

表 1-1 电阻器和电位器型号的命名方法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	
R	电阻器	T	碳 膜	1	普 通	
W	电位器	P	硼碳膜	2	普 通	
		U	硅碳膜	3	超高频	
		H	合成膜	4	高 阻	
		I	玻璃釉膜	5	高 温	
		J	金属膜(箔)	7	精 密	
		Y	氧化膜	8	电阻、高压、电位器、特殊	
		S	有机实芯	9	特 殊	
		N	无机实芯	G	高阻率	
		X	线 绕	T	可 调	
		C	沉积膜	X	小 型	
		G	光 敏	L	测量用	
				W	微 调	
				D	多 圈	

4. 常见保险电阻器及其图形符号

保险电阻器又叫熔断电阻器,是一种双功能元件,在正常工作情况下,起着电阻的作用;当电路出现故障,超过其额定功率(电流使其表面温度达到 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$)时,起着保险丝的作用,即它的电阻层会在规定时间内自行剥落而熔断。

在电子装置中,安装熔断电阻器主要是作过载保护,避免发生电气火灾等严重的事故。例如,在彩色电视机行扫描电路、录像机和仪器等高档电器的电源电路中,大多采用熔断电阻器作安全保护,从而使这些设备中的其他元件免遭损坏,以提高电气设备的安全性和可靠性。

保险电阻器一般电阻值较小(零点几欧至 $3.3\text{ k}\Omega$),功率也小($0.25\sim 2\text{ W}$),熔断时间一般为几十秒。

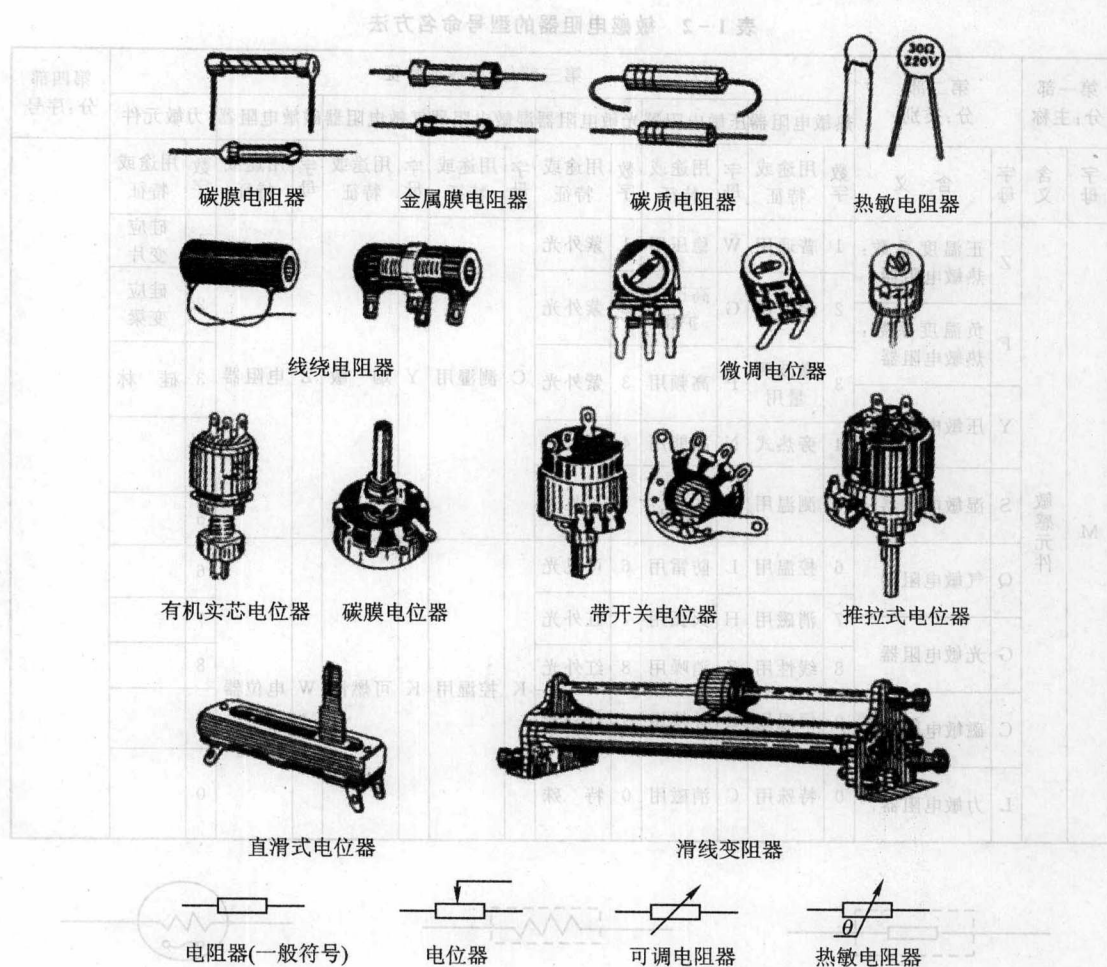


图 1-2 电阻器和电位器的外形及图形符号

保险电阻器常用型号有 RF10 型(涂复型)、RF11 型(瓷外壳型)、RRD0910 型和 RRD0911 型(瓷外壳型)等,如图 1-3 所示。

5. 集成电阻器及其图形符号

集成电阻也叫排电阻,它是把几个等值的电阻并排制作在一个塑料外壳内,其结构和外形如图 1-4 所示。

集成电阻的特点是体积小,引出线比单个电阻使用时约少一半(因有一个公共端把各个电阻的其中一根引线都连在了一起)。

表 1-2 敏感电阻器的型号命名方法

第一部分:主称		第二部分:类别		第三部分:用途或特征												第四部分:序号	
				热敏电阻器		压敏电阻器		光敏电阻器		湿敏电阻器		气敏电阻器		磁敏电阻器			
字母	含义	字母	含 义	数字	用途或特征	字母	用途或特征	数字	用途或特征	字母	用途或特征	字母	用途或特征	字母	用途或特征	数字	用途或特征
M	敏感元件	Z	正温度系数:热敏电阻器	1	普通用	W	稳压用	1	紫外光	C	测湿用	Y	烟 敏	Z	电阻器	1	硅应变片
				2	稳压用	G	高压保护用	2	紫外光							2	硅应变梁
		F	负温度系数:热敏电阻器	3	微波测量用	P	高频用	3	紫外光							3	硅 林
				4	旁热式	N	高能用	4	可见光							4	
		Y	压敏电阻器	5	测温用	K	高可靠用	5	可见光							5	
		S	湿敏电阻器	6	控温用	L	防雷用	6	可见光	K	控湿用	K	可燃性	W	电位器	6	
		Q	气敏电阻器	7	消磁用	H	灭弧用	7	红外光							7	
				8	线性用	Z	消噪用	8	红外光							8	
		G	光敏电阻器	9	恒温用	B	补偿用	9	红外光							9	
		C	磁敏电阻器	0	特殊用	C	消磁用	0	特 殊							0	

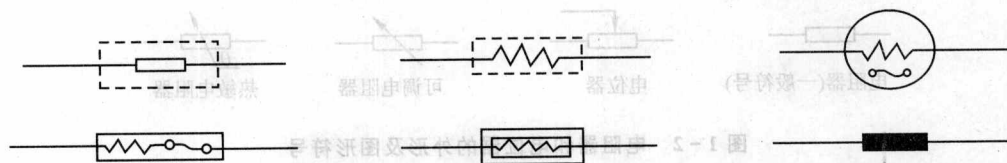


图 1-3 常见保险电阻器的符号

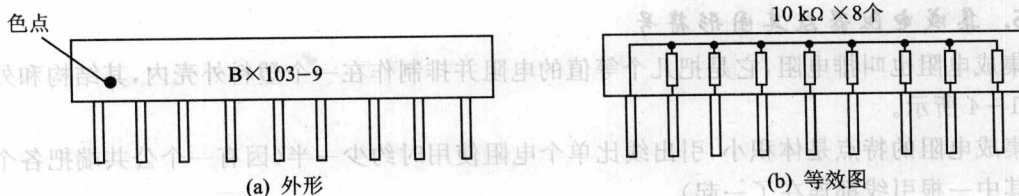


图 1-4 集成电阻外形及内部结构

使用时一定要分清哪个引脚是公共端(一般在电阻排上用色点表示)。集成电阻的表示方法是:用 BX 表示集成电阻,用数字表示阻值,用横线后边的数字表示集成电阻有几个引出脚。例如 BX681-9,其中 BX 是产品型号,68 表示有效数字,1 表示在有效数字后边加“0”的个数,681 即 680Ω 。横线后边的 9 表示此电阻排共有 9 个引脚。

6. 常见热敏电阻器及其图形符号

热敏电阻器的阻值随温度的变化而变化。热敏电阻器主要分为两大类:一类是正温度系数(PTC)热敏电阻,是以钛酸钡为主要材料,在渗入微量的锶、钛、锆等稀土元素后烧结而成,其电阻随着温度升高阻值变大;另一类是负温度系数(NTC)热敏电阻,其中大部分是利用锰、镍、铜等的氧化物(也有使用铬、锌、钛等氧化物)为原料,按一定比例混合,用陶瓷工艺制成,其阻值随温度升高而变小。常见的热敏电阻外形如图 1-5 所示。

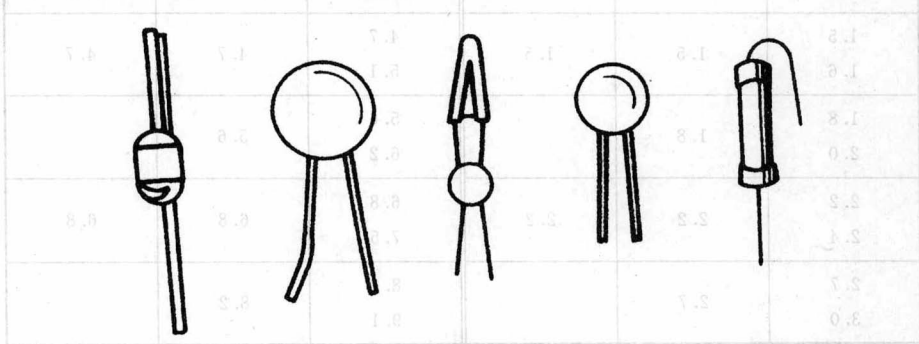


图 1-5 常见的热敏电阻外形图

PTC(正温度系数)元件是指随温度升高阻值也增加的热敏电阻器。PTC 元件在达到一个特定温度前,电阻值随温度变化非常缓慢,当超过这个温度时,PTC 的阻值急剧增大。发生阻值急剧变化的这点温度称居里点温度,是 PTC 元件的重要指标之一(一般居里点温度为 $120\sim 165^{\circ}\text{C}$)。

PTC 元件应用广泛,可用于温度补偿、过热保护、自动温度调节和控制、恒温发热器等。目前 PTC 元件作为发热体在家用电器上也得到广泛应用,如冰箱、彩电、电脚炉、电拖鞋和电子驱蚊器等。

1.1.2 电阻器的主要参数

1. 电阻器的标称阻值和偏差

由于大批量生产的电阻器不可能满足使用者对阻值的所有要求,因此,为了保证使用者能在一定的阻值范围内选用电阻器,就需要按照一定的科学规律设计电阻器的阻值数列。有了一个合理的阻值数列,厂家就能安排批量生产,使用者也能选到合适的电阻值。

标称阻值,就是电阻器表面所标的阻值。这是为了便于厂家大批量生产和使用者在一定

范围内选用,由国家统一规定并分成若干系列的数值。有 E6、E12、E24、E48、E96、E192 共 6 个系列、42 组数值,分别适用于偏差为 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 和 $\pm 0.5\%$ 的电阻器阻值。普通电阻器标称值的三个系列如表 1-3 所列。

表 1-3 普通电阻器的标称阻值系列

E24 允许 偏差 $\pm 5\%$	E12 允许 偏差 $\pm 10\%$	E6 允许 偏差 $\pm 20\%$	E24 允许 偏差 $\pm 5\%$	E12 允许 偏差 $\pm 10\%$	E6 允许 偏差 $\pm 20\%$
1.0 1.1	1.0	1.0	3.3 3.6	3.3	3.3
1.2 1.3	1.2		3.9 4.3	3.9	
1.5 1.6	1.5	1.5	4.7 5.1	4.7	4.7
1.8 2.0	1.8		5.6 6.2	5.6	
2.2 2.4	2.2	2.2	6.8 7.5	6.8	6.8
2.7 3.0	2.7		8.2 9.1	8.2	

表中的标称值可以乘以 $10^{\pm n}$,例如 $4.7\ \Omega$ 这个标称值,就有 $0.47\ \Omega$ 、 $4.7\ \Omega$ 、 $47\ \Omega$ 、 $470\ \Omega$ 、 $4.7\ \text{k}\Omega$...

电阻器的标称电阻值和偏差一般都标在电阻体上,其标示法有 3 种:

(1) 直标法 直标法是用阿拉伯数字和单位符号在电阻器表面直接标出标称阻值(见图 1-6),其允许偏差直接用百分数表示。

(2) 文字符号法 文字符号法是用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示电阻值,其允许偏差也用文字符号表示(见表 1-4),符号前面的数字表示整数阻值,后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值(见表 1-5)。例如 1R5 表示 $1.5\ \Omega$,2 k7 表示 $2.7\ \text{k}\Omega$ 。

(3) 色标法 色标法是用不同颜色的带或点在电阻器表面标出标称阻值和允许偏差。

① 两位有效数字的色标法:普通电阻值用 4 条色带表示标称阻值和允许偏差,其中 3 条表示阻值,1 条表示偏差。例如,电阻器上的色带依次为绿、黑、橙、无色,则表示 $50 \times 1\ 000 (1 \pm 20\%) \Omega$ (见图 1-7)。

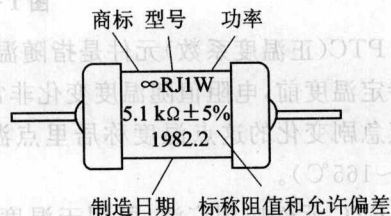


图 1-6 直标法表示的电阻器